

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-116779

(43)Date of publication of application : 06.05.1998

(51)Int.Cl. H01L 21/027
H01L 21/68

(21)Application number : 08-289109

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 11.10.1996

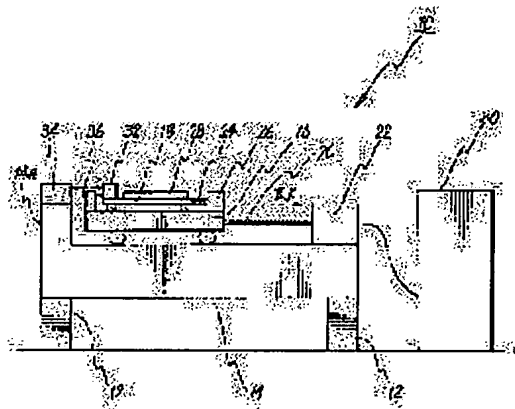
(72)Inventor : EBIHARA AKIMITSU

(54) STAGE DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To position a sample mounted on a stage at a high speed with high precision.

SOLUTION: Control means 30 controls first and second motors 22, 26 on the basis of measurement values and target values of first and second position measuring means 34, 36. In this case, a command value having an acceleration component which is smooth and extremely small in comparison with an acceleration component of a command value outputted to the motor 26 is outputted to the motor 22. A stage 18 has an extremely small mass in comparison with a stage 16. Therefore, even when the stage 18 moves at a high acceleration, its reactive force has little influence on an oscillation preventing stage 14. Also, since the stage 16 of the greater mass moves at a low acceleration, its reactive force is small. Since the stage 18 has a high mechanical responsivity, it may have a high servo rigidity. By setting the servo rigidity of the stage 16 to a low level, the stage 16 may be prevented from exciting mechanical resonance of a device body including the oscillation preventing stage 14.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 07.10.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 12.03.2007

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-116779

(43) 公開日 平成10年(1998) 5月6日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 1 L 21/027

21/68

識別記号

F I

H 0 1 L 21/30

21/68

21/30

5 1 5 G

G

5 1 6 B

審査請求 未請求 請求項の数4 F D (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平8-289109

(22) 出願日 平成8年(1996)10月11日

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 蛇原 明光

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株

式会社ニコン内

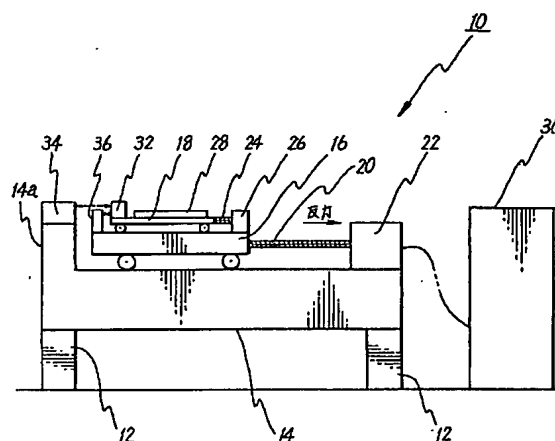
(74) 代理人 弁理士 立石 篤司 (外1名)

(54) 【発明の名称】 ステージ装置

(57) 【要約】

【課題】 高速、高精度にステージ上に搭載される試料を位置決めする。

【解決手段】 制御手段30では、第1、第2の位置計測手段34、36の計測値と目標値とに基づいて第1、第2モータ22、26を制御する。この際、モータ26に対して出力される指令値の加速度成分に比べて滑らかでかつ極めて小さい加速度成分を有する指令値をモータ22に出力する。ステージ18はステージ16に比べて質量が極めて小さいので、高加速度で移動しても、その反力が除振台14にもたらす影響は小さく、また、質量の大きいステージ16は低加速度で移動するのでその反力も小さい。ステージ18は機構的に高応答性を有するので、高いサーボ剛性を持たせることができ、ステージ16のサーボ剛性を低く設定して、ステージ16が除振台14を含む装置本体の機械的共振を励起するのを防止できる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 除振パッドを介して水平に保持された除振台上を所定の移動方向に移動可能な第 1 ステージと；前記第 1 ステージに搭載され、当該第 1 ステージに対して前記移動方向に相対移動可能で、前記第 1 ステージに比べて、機構的に高応答特性を有しかつ質量が極めて小さい第 2 ステージと；前記第 1 ステージ又は第 2 ステージの位置を計測する第 1 の位置計測手段と；前記第 1 ステージと前記第 2 ステージとの相対位置を計測する第 2 の位置計測手段と；前記第 1 ステージを駆動する第 1 の駆動手段と；前記第 2 ステージを駆動する第 2 の駆動手段と；前記第 1、第 2 の位置計測手段の計測値と目標値とに基づいて前記第 1、第 2 の駆動手段を制御するとともに、前記第 2 の駆動手段に対して出力される指令値の加速度成分に比べて滑らかでかつ極めて小さい加速度成分を有する指令値を前記第 1 の駆動手段に出力する制御手段とを有するステージ装置。

【請求項 2】 除振パッドを介して水平に保持された除振台上を所定の移動方向に移動可能で、極めて小さなサーボ剛性を有する第 1 ステージと；前記第 1 ステージに搭載され、当該第 1 ステージに対して前記移動方向に相対移動可能で、前記第 1 ステージに比べて、機構的に高応答特性で、大きなサーボ剛性を有しかつ質量が極めて小さい第 2 ステージと；前記第 1 ステージ又は第 2 ステージの位置を計測する第 1 の位置計測手段と；前記第 1 ステージと前記第 2 ステージとの相対位置を計測する第 2 の位置計測手段と；前記第 1 ステージを駆動する第 1 の駆動手段と；前記第 2 ステージを駆動する第 2 の駆動手段と；前記第 1、第 2 の位置計測手段の計測値と目標値とに基づいて前記第 1、第 2 の駆動手段を制御する制御手段とを有するステージ装置。

【請求項 3】 除振パッドを介して水平に保持された除振台上を所定の移動方向に移動可能な第 1 ステージと；前記第 1 ステージに搭載され、当該第 1 ステージに対して前記移動方向に相対移動可能で、前記第 1 ステージに比べ機構的に高応答特性を有しかつ質量が極めて小さい第 2 ステージと；前記第 1 ステージ又は第 2 ステージの位置を計測する第 1 の位置計測手段と；前記第 1 ステージと前記第 2 ステージとの相対位置を計測する第 2 の位置計測手段と；前記第 1 ステージを駆動する第 1 の駆動手段と；前記第 2 ステージを駆動する第 2 の駆動手段と；前記第 1、第 2 の位置計測手段の計測値と目標値とに基づいて前記第 1、第 2 の駆動手段を制御するとともに、前記第 1 ステージが前記第 2 ステージに追従するようなそれぞれの指令値を前記第 1、第 2 の駆動手段に出力する制御手段とを有するステージ装置。

【請求項 4】 前記第 2 の駆動手段がボイスコイルモータであることを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれか一項に記載のステージ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はステージ装置に係り、更に詳しくは縮小投影型露光装置等の試料（例えばウエハ）を高速、高精度で位置決めする必要のある精密機器に好適なステージ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】ステップ・アンド・リピート方式の縮小投影型露光装置、即ちいわゆるステッパ等の精密機器の高精度化に伴い、設置床から定盤（除振台）に作用する微振動をマイクロ G レベルで絶縁する必要が生じている。従来のこの種の装置における除振台を支持する除振パッドとしてはダンピング液中に圧縮コイルバネを入れた機械式ダンパや空気式ダンパ等種々のものが使用され、除振パッド自体がある程度のセンタリング機能を備えている。

【0003】従来のステッパ等の精密機器に用いられるステージ装置は、図 5 に示されるような構造であった。この図 5 において、防振パッド 82 によって水平に支えられた定盤（又は除振台）84 上には、当該定盤 84 上を所定方向（図における紙面左右方向）に移動可能なステージ 86 が搭載されている。このステージ 86 上には保持部材 88 を介して基板状の試料 90 が載置されており、ステージ 86 は送りねじ 92 を介してモータ 94 によって駆動されるようになっている。このステージ 86 の位置は、移動鏡 96 を介してレーザ干渉計 98 により計測されており、制御装置 100 では、このレーザ干渉計 98 の計測値をモニタしつつモータ 94 の回転を制御することによりステージ 86 の位置を制御していた。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した従来のステージ装置においては、除振パッド 82 の機能により設置床から定盤 84 に作用する振動は防げるが、ステージ 86 が例えば紙面左側に移動したとき右向きの反力が定盤 84 に作用し、除振パッド 82 が圧縮、伸張を受け、定盤 84 についてはこの定盤 84 の一端部に取り付けられたレーザ干渉計 98 を揺動させることになる。この揺動はステージ 86 とレーザ干渉計 98 の間の距離に変化をもたらす外乱として働き、ステージ 86 の位置決め性能を悪化させる。特にステージ 86 が高加速度で移動するときその反力はさらに大きくなるため、揺動もさらに大きくなり外乱が増し、位置決め性能はさらに悪化する。

【0005】また、質量の大きなステージに高いサーボ剛性を持たせようすると、換言すればステージを制御する制御装置のサーボゲインを高く設定すると、応答性は良くなるが、ボディ（定盤 84 及びステージ 86 を含む装置本体）の機械的共振を励起しやすくなるため、一般に質量の大きなステージは高い剛性を持たせることは困難である。

【0006】本発明は、かかる従来技術の有する不都合に鑑みてなされたもので、請求項1ないし4に記載の発明の目的は、高速、高精度にステージ上に搭載される試料を位置決めすることができるステージ装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】ステージの位置決め時のステージが搭載された除振台（定盤）の振動を軽減するためには、ステージの移動により除振台に作用する反力を小さくすること、すなわちステージの質量を軽くすること、ステージの加速度を低くすることが、有効であることは明らかである。本発明は、主としてこの点に着目してなされたもので、以下のような構成を採用する。

【0008】請求項1に記載の発明に係るステージ装置は、除振パッド（12）を介して水平に保持された除振台（14）上を所定の移動方向に移動可能な第1ステージ（16）と；前記第1ステージ（16）に搭載され、当該第1ステージ（16）に対して前記移動方向に相対移動可能で、前記第1ステージ（16）に比べて、機構的に高応答特性を有しかつ質量が極めて小さい第2ステージ（18）と；前記第1ステージ（16）又は第2ステージ（18）の位置を計測する第1の位置計測手段（34）と；前記第1ステージ（16）と前記第2ステージ（18）との相対位置を計測する第2の位置計測手段（36）と；前記第1ステージ（16）を駆動する第1の駆動手段（22）と；前記第2ステージ（18）を駆動する第2の駆動手段（26、52又は62）と；前記第1、第2の位置計測手段（34、36）の計測値と目標値とに基づいて前記第1、第2の駆動手段を制御するとともに、前記第2の駆動手段（26、52又は62）に対して出力される指令値の加速度成分に比べて滑らかでかつ極めて小さい加速度成分を有する指令値を前記第1の駆動手段（22）に出力する制御手段（30）とを有する。

【0009】これによれば、制御手段（30）では、第1、第2の位置計測手段（34、36）の計測値と目標値とに基づいて第1、第2の駆動手段を制御するとともに、第2の駆動手段（26、52又は62）に対して出力される指令値の加速度成分に比べて滑らかでかつ極めて小さい加速度成分を有する指令値を第1の駆動手段（22）に出力することから、目標位置に第2ステージ（18）が先に到達し、第1ステージ（16）が第2ステージ（18）を追いかけて目標位置に到達するようになる。この場合において、第2ステージ（18）は第1ステージ（16）に比べて質量が極めて小さいので、高加速度で移動しても、その反力が除振台（14）にもたらす影響は小さく、また、質量の大きい第1ステージ（16）は低加速度で移動するのでその反力も小さい。この場合、第2ステージ（18）は機構的に高応答性を有するので、高いサーボ剛性を持たせることができ、第

1ステージ（16）のサーボ剛性を低く設定して、第1ステージ（16）が除振台（14）を含む装置本体の機械的共振を励起するのを防止することが可能となる。従って、第2ステージ（18）に対する外乱を減らすことができ、第2ステージ（又はこれに搭載される試料）の高速、高精度の位置決めが可能になる。

【0010】請求項2に記載の発明に係るステージ装置は、除振パッド（12）を介して水平に保持された除振台（14）上を所定の移動方向に移動可能で、極めて小さなサーボ剛性を有する第1ステージ（16）と；前記第1ステージ（16）に搭載され、当該第1ステージ（16）に対して前記移動方向に相対移動可能で、前記第1ステージ（16）に比べて、機構的に高応答特性で、大きなサーボ剛性を有しかつ質量が極めて小さい第2ステージ（18）と；前記第1ステージ（16）又は第2ステージ（18）の位置を計測する第1の位置計測手段（34）と；前記第1ステージ（16）と前記第2ステージ（18）との相対位置を計測する第2の位置計測手段（36）と；前記第1ステージ（16）を駆動する第1の駆動手段（22）と；前記第2ステージ（18）を駆動する第2の駆動手段（26、52又は62）と；前記第1、第2の位置計測手段（34、36）の計測値と目標値とに基づいて前記第1、第2の駆動手段を制御する制御手段（30）とを有する。

【0011】これによれば、制御手段（30）により第1、第2の位置計測手段（34、36）の計測値と目標値とに基づいて第1、第2の駆動手段が制御される。ここで、第1の駆動手段（22）によって駆動される第1ステージ（16）は、極めて小さなサーボ剛性を有する一方、第2の駆動手段（26、52又は62）によって駆動される第2のステージ（18）は、第1ステージ（16）に搭載され、当該第1ステージ（16）に対して第1ステージ（16）の移動方向に相対移動可能で、第1ステージ（16）に比べて、機構的に高応答特性で、大きなサーボ剛性を有しかつ質量が極めて小さくなっている。このため、制御手段（30）では第2の駆動手段（26、52又は62）に対して出力される指令値の加速度成分に比べて滑らかでかつ極めて小さい加速度成分を有する指令値を第1の駆動手段（22）に出力するようにすることができる。このため、目標位置に第2ステージ（18）が先に到達し、第1ステージ（16）が第2ステージ（18）を追いかけて目標位置に到達するようになる。この場合において、第2ステージ（18）は第1ステージ（16）に比べて質量が極めて小さいので、高加速度で移動しても、その反力が除振台（14）にもたらす影響は小さく、また、質量の大きい第1ステージ（16）は低加速度で移動するのでその反力も小さい。この場合、質量の大きい第1ステージ（16）のサーボ剛性が極めて小さいことから、第1ステージ（16）が除振台（14）を含む装置本体の機械的共振

を励起するのを防止するが可能となる。従って、第2ステージ(18)に対する外乱を減らすことができ、第2ステージ(又はこれに搭載される試料)の高速、高精度の位置決めが可能になる。

【0012】請求項3に記載の発明に係るステージ装置は、除振パッド(12)を介して水平に保持された除振台(14)上を所定の移動方向に移動可能な第1ステージ(16)と；前記第1ステージ(16)に搭載され、当該第1ステージ(16)に対して前記移動方向に相対移動可能で、前記第1ステージ(16)に比べ機構的に高応答特性を有しかつ質量が極めて小さい第2ステージ(18)と；前記第1ステージ(16)又は第2ステージ(18)の位置を計測する第1の位置計測手段(34)と；前記第1ステージ(16)と前記第2ステージ(18)との相対位置を計測する第2の位置計測手段(36)と；前記第1ステージ(16)を駆動する第1の駆動手段(22)と；前記第2ステージ(18)を駆動する第2の駆動手段(26、52又は62)と；前記第1、第2の位置計測手段(34、36)の計測値と目標値とに基づいて前記第1、第2の駆動手段(22、26)を制御するとともに、前記第1ステージ(16)が前記第2ステージ(18)に追従するようなそれぞれの指令値を前記第1、第2の駆動手段に出力する制御手段(30)とを有する。

【0013】これによれば、制御手段(30)では第1、第2の位置計測手段(34、36)の計測値と目標値とに基づいて前記第1、第2の駆動手段を制御するが、この際に、制御手段(30)では第1ステージ(16)が第2ステージ(18)に追従するようなそれぞれの指令値を第1、第2の駆動手段に出力する。すなわち、第2ステージ(18)は大きな加速度成分を有する指令値に基づいて駆動され、第1ステージ(16)は滑らかで小さい加速度成分を有する指令値に基づいて駆動される。

【0014】この場合も、第2ステージ(18)は第1ステージ(16)に比べて質量が極めて小さいので、高加速度で移動しても、その反力が除振台(14)にもたらす影響は小さく、また、質量の大きい第1ステージ(16)は低加速度で移動するのでその反力も小さい。この場合、第2ステージ(18)は機構的に高応答性を有するので、高いサーボ剛性を持たせることができ、第1ステージ(16)のサーボ剛性を低く設定して、第1ステージ(16)が除振台(14)を含む装置本体の機械的共振を励起するのを防止するが可能となる。従って、第2ステージ(18)に対する外乱を減らすことができ、第2ステージ(又はこれに搭載される試料)の高速、高精度の位置決めが可能になる。

【0015】請求項4に記載の発明は、請求項1ないし3のいずれか一項に記載のステージ装置において、前記第2の駆動手段がボイスコイルモータ(62)であるこ

とを特徴とする。

【0016】これによれば、第2の駆動手段が非接触の駆動手段であるボイスコイルモータであることから、第1ステージと第2ステージとの間に駆動方向には機械的な結合がなく、第1ステージの運動により第2ステージが直接影響を受けることがない。すなわち、第1ステージは、第2ステージの位置決めに直接関係せず、より一層高精度な第2ステージ(又はこれに搭載される試料)の位置決めが可能になる。

【0017】

【発明の実施の形態】

《第1の実施形態》以下、本発明の第1の実施形態を図1ないし図2に基づいて説明する。

【0018】図1には、一実施形態に係るステージ装置10の構成が概略的に示されている。このステージ装置10は、複数(ここでは4つ)の除振パッド12を介して水平に保持された除振台としての定盤14上を所定の移動方向(図1における紙面左右方向)に移動可能な第1ステージとしての粗動ステージ16と、この粗動ステージ16に搭載され、当該粗動ステージ16に対して前記移動方向に相対移動可能な第2ステージとしての微動ステージ18と、定盤14の一端部(図1における右端部)上面に固定され、粗動ステージ16を送りねじ20を介して駆動する第1の駆動手段としての第1モータ22と、粗動ステージ16一端部上面に固定され、微動ステージ18を送りねじ24を介して駆動する第2の駆動手段としての第2モータ26と、第1、第2モータ22、26を制御する制御手段としての制御装置30とを備えている。ここで、本実施形態では、第1、第2モータとしてロータリ・モータ、例えばパルス・モータが使用される。

【0019】除振パッド12としては、ここでは機械式ダンパが用いられている。微動ステージ18は、ハニカム構造のようなリブ構造をした極めて軽量で高剛性を持つステージである。この微動ステージ18は機構的に高応答特性を持ち、また高いサーボ剛性を持っている。また、この微動ステージ18の移動時のストロークは十分長く設定されている。

【0020】微動ステージ18上には不図示の保持部材(例えば、ウエハホルダ)を介して試料(例えばウエハ等の基板)28が吸着保持されている。この微動ステージ18他端部の上面には、移動方向に直交する方向(図1における紙面直交方向)に移動鏡32が延設されており、この移動鏡32に対向して定盤14の他端部上面の延設部14aの上面には、第1の位置計測手段としての第1レーザ干渉計34が固定されている。このレーザ干渉計34は、移動鏡32にレーザビームを照射し、その反射光を受光して例えば0.01 μ mの分解能で微動ステージ18の位置を計測する。

【0021】粗動ステージ16は、微動ステージ18の

10倍程度の質量を持ち、極めて安定な構造を持っている。また、粗動ステージ16は微動ステージ18に比して極めて低いサーボ剛性を持っている。この粗動ステージ16の他端部の上面には、第2の位置計測手段としての第2のレーザ干渉計36が固定されている。このレーザ干渉計36は、前述した第1のレーザ干渉計34と同様に、移動鏡32にレーザビームを照射し、その反射光を受光して例えば0.01 μ mの分解能で粗動ステージ16と微動ステージ18との相対距離を計測する。定盤14は粗動ステージ16に比べて重ければ重い程良いが、ここでは10倍程度とする。

【0022】第1、第2レーザ干渉計34、36の計測値は制御装置30に供給されており、この制御装置30ではこれらの干渉計34、36の計測値に基づいて第1、第2モータ22、26の回転を制御することにより、微動ステージ18上の試料28を目標位置へ位置決めする。

【0023】図2には、上述のようにして構成されたステージ装置10の位置制御系の構成が模式的に示されている。この図2において、制御装置30は、第1減算器38と第2減算器40と、第1PIコントローラ42と、第2PIコントローラ44とを含む、仮想線で囲まれる部分に相当する。また、第2レーザ干渉計36は、粗動ステージ16の位置を計測する架空の第3レーザ干渉計46と、第1レーザ干渉計34の計測値と第3レーザ干渉計46の計測値の差分を演算する第3減算器48とから成る仮想線で囲まれる部分に相当する。この理由は、第2レーザ干渉計36は、実際には粗動ステージ16と微動ステージ18の相互間距離を計測するのであるが、微動ステージ18が粗動ステージ16上に搭載されているので、微動ステージ18の推力がゼロであっても粗動ステージ16の移動により微動ステージ18は定盤14に対し粗動ステージ16と同じ距離だけ移動し、粗動ステージ16の位置を計測する架空の第3レーザ干渉計46の計測値と第1レーザ干渉計34の計測値の差分は、すなわち第2レーザ干渉計36の計測値である粗動ステージ16と微動ステージ18の相互間距離に他ならないからである。

【0024】この図2において、第1レーザ干渉計34の計測値である微動ステージ18の現在位置は第1減算器38にフィードバックされており、第1減算器38では第1目標値（例えば、微動ステージ18の目標位置）と微動ステージ18の現在位置との差である位置偏差を演算する。この位置偏差が第1PIコントローラ42に与えられ、この第1PIコントローラ42ではこの位置偏差を動作信号としていわゆるPI制御動作を行い、第2モータ26に対する制御量の指令値を演算する。第2モータ26ではこの制御量を推力に変換して微動ステージ18を駆動する。この微動ステージ18の位置が第1レーザ干渉計34により計測され、この計測値が第1減

算器38にフィードバックされる。このようにして、位置偏差がゼロとなる目標位置に微動ステージ18が位置決めされ、この位置決め後は、その位置でサーボ制御が継続される。

【0025】一方、第2レーザ干渉計36の計測値である両ステージ16、18の相対距離は第2減算器40にフィードバックされており、第2減算器40では第2目標値（この第2目標値は、一定値であり、例えば位置決め位置での両ステージ16、18間相互距離の目標値である）と両ステージ16、18の相対距離との差である距離偏差を演算する。この距離偏差が第2PIコントローラ44に与えられ、この第2PIコントローラ44ではこの位置偏差を動作信号としていわゆるPI制御動作を行い、第1モータ22に対する制御量の指令値を演算する。第1モータ22ではこの制御量を推力に変換して粗動ステージ16を駆動する。この粗動ステージ16の位置と第1レーザ干渉計34の計測値との差が第2のレーザ干渉計36の出力として第2減算器40にフィードバックされる。このようにして、粗動ステージ16の制御が距離偏差がゼロになるまで行われる。

【0026】ここで、本実施形態では、先に述べたように微動ステージ18は機構的に高応答特性を持ち、また高いサーボ剛性を持っており、粗動ステージ16は微動ステージ18に比して極めて低いサーボ剛性を持っているのであるから、図2における第1PIコントローラ42のサーボゲインが高く、第2PIコントローラ44のサーボゲインが極めて低く設定されている。第1PIコントローラ42から第2モータ26には高加速度成分を持った制御量の指令値が出力され、第2PIコントローラ44から第1モータ22には滑らかでかつ第2モータ26に対する指令値に比べて小さな加速度成分を持った制御量の指令値が出力される。

【0027】なお、上記PIコントローラ42、44に代えて、Pコントローラを用いてもよい。

【0028】上述のように、本実施形態のステージ装置10では、図1の制御装置30から第2モータ26には高加速度成分を持った指令値が出力される一方、粗動ステージ16を駆動する第1モータ22には滑らかでかつ微動ステージ18に比べて小さな加速度成分を持った指令値が出力されるので、目標位置に微動ステージ18が先に到達し、粗動ステージ16が微動ステージ18を追いかけて目標位置に到達するようになる。換言すれば、制御装置30からそれぞれのステージ16、18に対して粗動ステージ16が微動ステージ18を追いかけて目標位置に到達するような指令値が出力されている。

【0029】この場合において、微動ステージ18は粗動ステージ16に比べて質量が極めて小さいので、高加速度で移動しても、その反力が定盤14にもたらす影響は小さく、また、質量の大きい粗動ステージ16は低加速度で移動するのでその反力も小さい。従って、定盤1

4の揺動する大きさも小さくなり微動ステージ18に対する外乱は小さくなる。更に、質量の大きな粗動ステージ16のサーボ剛性が低いので定盤14及びステージ16、18を含む装置本体の機械的共振を励起することもない。従って、本実施形態のステージ装置10によると、微動ステージ18上の試料28の高速、高精度の位置決めが可能になる。

【0030】なお、この時、粗動ステージ16は微動ステージ18との相対距離が微動ステージ18のストローク内に入るように制御されていればよいので、粗動ステージ16はラフな精度で制御すれば足りる。

【0031】《第2の実施形態》次に、本発明の第2の実施形態を図3に基づいて説明する。ここで、前述した第1の実施形態の装置10と同一若しくは同等の構成部分については、同一の符号を用いるとともにその説明を簡略化し若しくは省略するものとする。

【0032】この実施形態のステージ装置50は、前述した第1の実施形態における第2モータ26に代えて、微動ステージ18を駆動する第2の駆動手段として大きなストロークを持つ高応答、高出力モータ、例えば超音波モータ52が用いられている点に特徴を有する。このため、微動ステージ18は極めて高いサーボ剛性を持つことができる。一方、粗動ステージ16を駆動する第1の駆動手段は、送りねじ20と第1モータ22とから成る。そして、その粗動ステージ16のサーボ剛性は微動ステージ18のそれに比べて十分低くなっている。

【0033】その他の部分の構成は、前述した第1の実施形態の装置10と同様になっている。

【0034】このステージ装置50によると、第1レーザ干渉計34が微動ステージ18の位置を計測し、第2レーザ干渉計36が微動ステージ18と粗動ステージ16との相対距離を計測する。制御装置30は、位置決めのための指令値を出力し、第1レーザ干渉計34の出力をモニタしつつ、微動ステージ18を駆動する超音波モータ52をサーボ制御する。この時の指令値の加速度成分は極めて大きくすることができる。一方、制御装置30は第2レーザ干渉計36から両ステージ16、18の相対距離を得て、その値が常に一定になるように指令値を粗動ステージ16を駆動する第1モータ22に出力しサーボ制御する。この時の指令値の加速度成分は滑らかで小さいので、粗動ステージ16の移動が定盤14に及ぼす反力は小さい。

【0035】当然、粗動ステージ16の位置決め性能は微動ステージ18に比べて低いので両ステージ16、18の相対位置誤差は加速期間中、どんどん大きくなっていく。しかし、微動ステージ18は十分大きなストロークを持っているので、微動ステージ18の位置決めに支障はない。

【0036】この場合において、粗動ステージ16は微動ステージ18に比べて大きな質量を持っているが低加

速度で駆動され、その駆動反力が小さいので、定盤14の揺れは粗動ステージ16と同じ質量のステージが微動ステージ18と同じ加速度で移動したときに比べて極めて小さい。また、定盤14及びステージ16、18を含む装置本体（ボディ）の共振による振動は粗動ステージ16と同じ質量のステージが微動ステージ18と同じサーボ剛性で制御されたときに比べて極めて小さい。従って、微動ステージ18に対する外乱は小さくなり、微動ステージ18上の試料28の高速、高精度な位置決めが可能になる。

【0037】《第3の実施形態》次に、本発明の第3の実施形態を図4に基づいて説明する。ここで、前述した第1の実施形態の装置10と同一若しくは同等の構成部分については、同一の符号を用いるとともにその説明を簡略化し若しくは省略するものとする。

【0038】この実施形態のステージ装置60は、前述した第1の実施形態における第2モータ26に代えて、微動ステージ18を駆動する第2の駆動手段として、高応答の非接触式の駆動手段、例えばボイスコイルモータ62が設けられている点に特徴を有する。このため、微動ステージ18は極めて高いサーボ剛性を持つことができる。

【0039】このボイスコイルモータ62は、微動ステージ18の一端部から移動方向外側に突設されたコイル62aと、このコイル62aの上下に相互に対向して配置された一対の永久磁石62bとから構成されている。この一対の永久磁石62bは、粗動ステージ16の一端（図における右端）に上方に突設された保持部材16aに取り付けられている。なお、永久磁石62bとしてはコイル62aを囲む円筒状のものを採用してもよい。いずれにしても永久磁石62bの微動ステージ18移動方向（コイル62aの長手方向）の一端がN極で他端がS極（又はこの反対）になっている必要があり、また、微動ステージ18の移動ストロークを十分に確保するため、十分な長さである必要がある。本実施形態では、このボイスコイルモータ62を構成するコイルに流れる電流が不図示の電流制御アンプを介して制御装置30によって制御されるようになっている。これは、ボイスコイルモータ62をサーボ制御して微動ステージ18を移動させる際に、第1モータ26によって粗動ステージ16が駆動され、コイル62aに逆起電力が発生したときにこの影響を受けないようにするためである。

【0040】一方、粗動ステージ16を駆動する第1の駆動手段は、送りねじ20と第1モータ22とから成る。そして、その粗動ステージ16のサーボ剛性は微動ステージ18のそれに比べて十分低くなっている点は、第1の実施形態の装置の場合と同様である。その他の部分の構成は第1の実施形態の装置10と同様である。

【0041】このステージ装置60によると、第1レーザ干渉計34が微動ステージ18の位置を計測し、第2

レーザ干渉計 3 6 が微動ステージ 1 8 と粗動ステージ 1 6 との相対距離を計測する。制御装置 3 0 は、位置決めのための指令値を出力し、第 1 のレーザ干渉計 3 4 の出力をモニタしつつ、微動ステージ 1 8 を駆動するボイスコイルモータ 6 2 をサーボ制御する。この時の指令値の加速度成分は極めて大きくすることができる。一方、制御装置 3 0 は第 2 レーザ干渉計 3 6 から両ステージ 1 6、1 8 の相対距離を得て、その値が常に一定になるように指令値を粗動ステージ 1 6 を駆動する第 1 モータ 2 2 に出力しサーボ制御する。この時の指令値の加速度成分は滑らかで小さいので、粗動ステージ 1 6 の移動が定盤 1 4 に及ぼす反力は小さい。

【0042】当然、粗動ステージ 1 6 の位置決め性能は微動ステージ 1 8 に比べて低いので両ステージ 1 6、1 8 の相対位置誤差は加速期間中、どんどん大きくなっていく。しかし、微動ステージ 1 8 は十分大きなストロークを持っているので、微動ステージ 1 8 の位置決めに支障はない。

【0043】また、上記第 1、第 2 の実施形態では、微動ステージ 1 8 は駆動方向に粗動ステージ 1 6 と機械的に結合されていたので粗動ステージ 1 6 の運動の影響を直接受けていたが、本実施形態では非接触の駆動手段であるボイスコイルモータ 6 2 を用いているので、粗動ステージ 1 6 の運動の影響はほとんど受けないという利点を有する。すなわち、粗動ステージ 1 6 は微動ステージ 1 8 を支持し、ボイスコイルモータ 6 2 の磁気回路（一対の永久磁石 6 2 b）を搬送する役目をしており、試料 2 8 の位置決めに直接関係しないようになっている。

【0044】粗動ステージ 1 6 は微動ステージ 1 8 に比べて大きな質量を持っているが低加速で駆動され、その駆動反力が小さいので定盤 1 4 の揺れは粗動ステージ 1 6 と同じ質量のステージが微動ステージ 1 8 と同じ加速度で移動したときに比べて極めて小さい。また、定盤 1 4 及びステージ 1 6、1 8 を含む装置本体（ボディ）の共振による振動は粗動ステージ 1 6 と同じ質量のステージが微動ステージ 1 8 と同じサーボ剛性で制御されたときに比べて極めて小さい。従って、微動ステージ 1 8 に対する外乱は小さくなり、高速、高精度な試料 2 8 の位置決めが可能になる。

【0045】なお、上記第 1 ないし第 3 の実施形態では、本発明が試料 2 8（ウエハ等の基板）の位置決めを行うためのステージ装置に適用された場合について説明したが、本発明の適用範囲がこれに限定されることはない。本発明は、例えば、投影露光装置のマスクの位置決

めを行うためのマスクステージとしても好適に適用できるものである。また、本発明は投影露光装置に限らず、試料を搭載したステージが移動するものであれば、その他の装置にも適用可能である。

【0046】また、上記第 1 ないし第 3 の実施形態では、ステージの位置決めについて説明したが、本発明に係るステージ装置を構成する制御手段は、ステージの定速度制御にも適用でき、この場合においても除振台の振動を軽減することができるので、高速、高精度な目標速度へのステージ速度の調整が可能となる。

【0047】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、第 1 ステージが装置本体の機械的共振を励起すること、また除振台の揺動を大きくすることもないので、第 2 ステージに対する外乱を減少させることができ、これにより高速、高精度にステージ上に搭載される試料を位置決めすることができるという従来にない優れた効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】第 1 の実施形態に係るステージ装置の概略構成を示す正面図である。

【図 2】図 1 の装置の位置制御系の構成例を模式的に示すブロック図である。

【図 3】第 2 の実施形態に係るステージ装置の概略構成を示す正面図である。

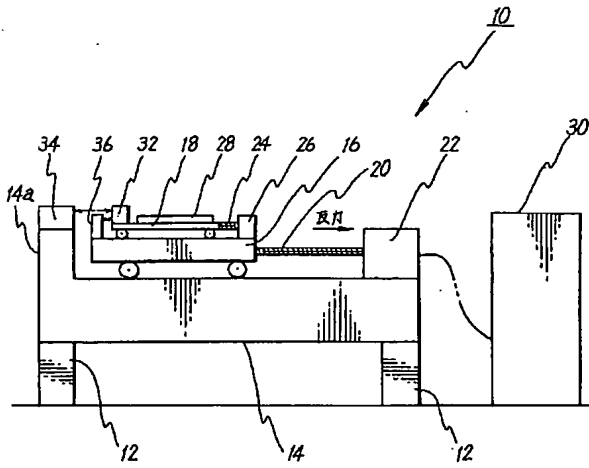
【図 4】第 3 の実施形態に係るステージ装置の概略構成を示す正面図である。

【図 5】従来例を示す説明図である。

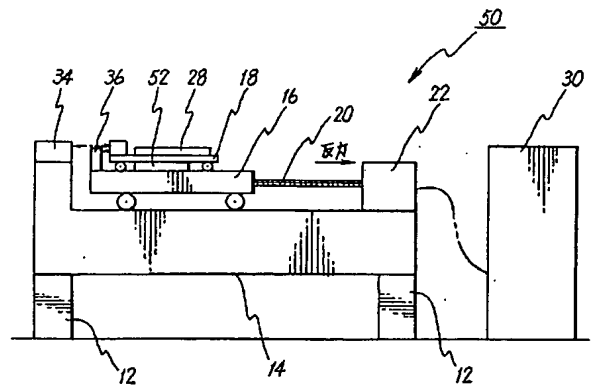
【符号の説明】

- 1 0 ステージ装置
- 1 2 除振パッド
- 1 4 定盤
- 1 6 粗動ステージ
- 1 8 微動ステージ
- 2 2 第 1 モータ
- 2 6 第 2 モータ
- 3 0 制御装置
- 3 4 第 1 レーザ干渉計
- 3 6 第 2 レーザ干渉計
- 5 0 ステージ装置
- 5 2 超音波モータ
- 6 0 ステージ装置
- 6 2 ボイスコイルモータ

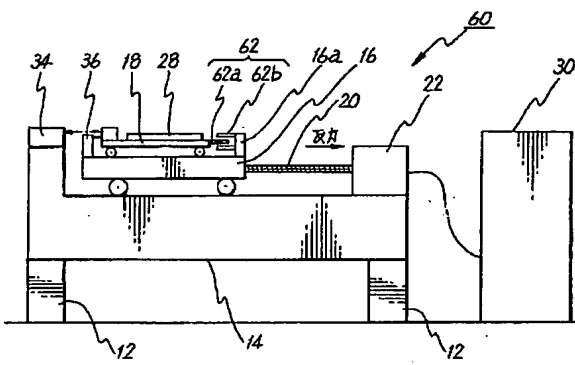
【図 1】



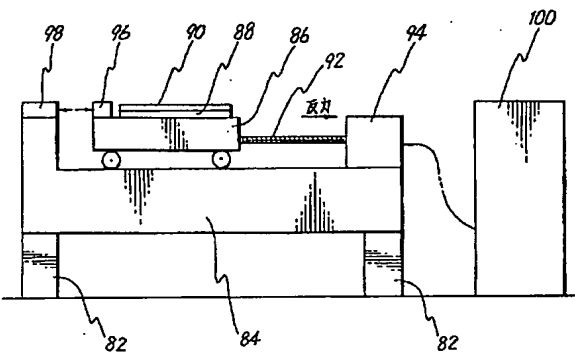
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【図2】

